

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

54024-022
SEPTEMBER 14, 2000
TOCHIMOTO et al.

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 9月14日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第260394号

出 願 人

Applicant(s):

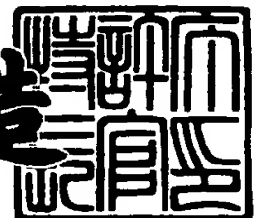
ミノルタ株式会社



2000年 7月14日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3054625

【書類名】 特許願

【整理番号】 P26-0098

【提出日】 平成11年 9月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B28B 1/16

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際
ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 栃本 茂昭

【特許出願人】

【識別番号】 000006079

【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089233

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 茂明

【選任した代理人】

【識別番号】 100088672

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉竹 英俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100088845

【弁理士】

【氏名又は名称】 有田 貴弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012852

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9805690

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 三次元造形装置および三次元造形方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 粉末材料に結合剤を付与して結合させることにより、造形対象物を平行な複数の面で切断した断面データに対応する前記粉末材料の結合体を順次形成して前記造形対象物に応じた三次元造形物を生成する三次元造形装置であって、

(a) 前記粉末材料の層を形成する層形成手段と、

(b) 前記粉末材料の層に対して、少なくとも 1 種類の結合剤を含む複数種類の材料を付与する付与手段と、

(c) 前記粉末材料の層の所定の領域に対して、前記複数種類の材料を選択的に付与する制御手段と、

を備えることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の三次元造形装置において、

前記付与手段は、それぞれ異なる色に着色された複数の結合剤を付与することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の三次元造形装置において、

前記付与手段は、結合剤とインクとを付与することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の三次元造形装置において、

前記付与手段は、異なる質感をもたらす複数の結合剤を付与することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 5】 請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の三次元造形装置において、

前記粉末材料は、白色であることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 6】 請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の三次元造形装置において、

前記粉末材料は、無色透明であることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 7】 請求項 2、請求項 5 または請求項 6 に記載の三次元造形装置において、

前記付与手段は、

(b-1) 前記複数の結合剤をそれぞれ吐出する複数のノズル、
を有することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 8】 請求項 2、請求項 5、請求項 6 または請求項 7 に記載の三次元造形装置において、

前記複数の結合剤は、それぞれ 3 原色で着色された 3 の結合剤を含むことを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 9】 請求項 2、請求項 5、請求項 6、請求項 7 または請求項 8 に記載の三次元造形装置において、

前記複数の結合剤は、白色で着色された結合剤を含むことを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 10】 請求項 2、請求項 5、請求項 6、請求項 7、請求項 8 または請求項 9 に記載の三次元造形装置において、

前記複数の結合剤は、無色透明または乳白色の結合剤を含むことを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 11】 請求項 2 に記載の三次元造形装置において、

前記複数の結合剤は、無色透明の結合剤と、前記粉末材料の地色以外で着色された結合剤とによって構成されていることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 12】 請求項 1、請求項 2、請求項 3、請求項 5、請求項 6、請求項 7、請求項 8、請求項 9、請求項 10 または請求項 11 に記載の三次元造形装置において、

前記所定の領域は、彩色領域と彩色不要領域で構成されおり、

前記彩色領域では、前記複数の結合剤を選択的に用いて前記粉末材料が結合されるとともに、前記彩色不要領域では、前記複数のうちの 1 の色の結合剤により結合されることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 13】 請求項 12 に記載の三次元造形装置において、

前記彩色領域は、前記三次元造形物の表面に現れる領域を含むことを特徴とす

る三次元造形装置。

【請求項 1 4】 請求項 1 2 または請求項 1 3 に記載の三次元造形装置において、

前記付与手段が、

前記複数の結合剤をそれぞれ収容し、前記付与手段に各結合剤を供給する複数のタンクと、

前記複数のタンク内における前記各結合剤の残量を検出する検出手段と、
を備え、

前記各結合剤のうち前記複数のタンク内における残量が比較的多い結合剤を、
前記彩色不要領域に付与することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 1 5】 請求項 1 ないし請求項 1 4 のいずれかに記載の三次元造形装置において、

前記所定の領域における前記結合剤の付与量は、前記粉末材料の層の主面に関して単位面積あたりほぼ同量であることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 1 6】 請求項 1 ないし請求項 1 5 のいずれかに記載の三次元造形装置において、

前記層形成手段が、

(a-1) 前記三次元造形物を形成すべき空間の左右両側の所定面の上に、前記粉末材料の左側の山と右側の山とを時間的に交互にそれぞれ形成する手段と、

(a-2) 前記付与手段の左右両側に付設されてそれぞれが昇降可能とされた左側および右側粉末拡散部材と、

(a-3) 前記左側および右側粉末拡散部材を駆動制御することによって、

1) 前記付与手段の左から右への移動に際しては、下降させた右側粉末拡散部材で前記粉末材料の左側の山を右方向に拡散させることにより前記粉末材料の層を形成させる第 1 制御と、

2) 前記付与手段の右から左への移動に際しては、下降させた左側粉末拡散部材で前記粉末材料の右側の山を左方向に拡散させることにより前記粉末材料の層を形成させる第 2 制御と、

を交互に実行する拡散部材制御手段と、

を備えることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 1 7】 請求項 1 6 に記載の三次元造形装置において、
前記拡散部材制御手段が、

前記右側粉末拡散部材と前記左側粉末拡散部材とを相補的に昇降させることにより、一方の粉末拡散部材によって前記粉末材料の層の形成を行っている際には、他方の粉末拡散部材を上昇させて待避させることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 1 8】 粉末材料に結合剤を付与して結合させることにより、造形対象物を平行な複数の面で切断した断面データに対応する前記粉末材料の結合体を順次形成して前記造形対象物に応じた三次元造形物を生成する三次元造形方法であって、

(a) 前記粉末材料の層を形成する層形成工程と、

(b) 前記粉末材料の層に対して、少なくとも 1 種類の結合剤を含む複数種類の材料を付与する付与工程と、

(c) 前記粉末材料の層の所定の領域に対して、前記複数種類の材料を選択的に付与する制御工程と、

を備えることを特徴とする三次元造形方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、三次元造形技術に関するものであって、特に、結合剤を付与して粉末を結合させることにより、三次元造形物を生成する三次元造形技術に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来より、立体的な造形対象物を平行な複数の面で切断した各断面に対応する粉末の薄層を結合剤により順次結合させることによって、造形対象物の三次元モデルとなる造形物を生成する技術が知られている。

【0 0 0 3】

このような技術として、例えば特許 2 7 2 9 1 1 0 号に開示されたものがある。
この立体造形の具体的な手順を以下で説明する。

【0 0 0 4】

まず、ブレード機構により粉末の薄層を平らな表面上に均一に拡げる。次に、この粉末の薄層における所定の領域に対して、ノズルヘッドを走査させてバインダ（結合剤）を吐出する。バインダが吐出された領域の粉末材料は、接合状態となるとともに、既に形成済の下層とも結合する。そして、造形物全体が完成するまで、粉末層を上部に順次沈積させて、バインダを吐出する工程を繰り返す。最終的に、バインダが付着されなかった領域は、粉末が個々に独立した状態、すなわち互いに非結合な状態であるため、造形物を装置から取り出す際に落下させることで分離する。以上により、所望の三次元造形物が得られることとなる。

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の手法では、全体が単一の特性（質感、色）を有する造形物しか得られない。この造形物に彩色が必要な場合は、次工程で人手により行わなければならないため時間と費用が必要となる。また、人手での彩色では、三次元造形物の所定の位置に所望の模様などを確実に描くことが一般的に困難である。

【0 0 0 6】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、短時間かつ低コストで、種々の外観特性を有する三次元造形物を生成できる三次元造形技術を提供することを目的とする。

【0 0 0 7】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、請求項 1 の発明は、粉末材料に結合剤を付与して結合させることにより、造形対象物を平行な複数の面で切断した断面データに対応する前記粉末材料の結合体を順次形成して前記造形対象物に応じた三次元造形物を生成する三次元造形装置であって、(a) 前記粉末材料の層を形成する層形成

手段と、(b) 前記粉末材料の層に対して、少なくとも 1 種類の結合剤を含む複数種類の材料を付与する付与手段と、(c) 前記粉末材料の層の所定の領域に対して、前記複数種類の材料を選択的に付与する制御手段と、を備える。

【0008】

また、請求項 2 の発明は、請求項 1 の発明に係る三次元造形装置において、前記付与手段は、それぞれ異なる色に着色された複数の結合剤を付与する。

【0009】

また、請求項 3 の発明は、請求項 1 の発明に係る三次元造形装置において、前記付与手段は、結合剤とインクとを付与する。

【0010】

また、請求項 4 の発明は、請求項 1 の発明に係る三次元造形装置において、前記付与手段は、異なる質感をもたらす複数の結合剤を付与する。

【0011】

また、請求項 5 の発明は、請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかの発明に係る三次元造形装置において、前記粉末材料は、白色である。

【0012】

また、請求項 6 の発明は、請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかの発明に係る三次元造形装置において、前記粉末材料は、無色透明である。

【0013】

また、請求項 7 の発明は、請求項 2、請求項 5 または請求項 6 の発明に係る三次元造形装置において、前記付与手段は、(b-1) 前記複数の結合剤をそれぞれ吐出する複数のノズル、を有する。

【0014】

また、請求項 8 の発明は、請求項 2、請求項 5、請求項 6 または請求項 7 の発明に係る三次元造形装置において、前記複数の結合剤は、それぞれ 3 原色で着色された 3 の結合剤を含む。

【0015】

また、請求項 9 の発明は、請求項 2、請求項 5、請求項 6、請求項 7 または請求項 8 の発明に係る三次元造形装置において、前記複数の結合剤は、白色で着色

された結合剤を含む。

【0016】

また、請求項10の発明は、請求項2、請求項5、請求項6、請求項7、請求項8または請求項9の発明に係る三次元造形装置において、前記複数の結合剤は、無色透明または乳白色の結合剤を含む。

【0017】

また、請求項11の発明は、請求項2の発明に係る三次元造形装置において、前記複数の結合剤は、無色透明の結合剤と、前記粉末材料の地色以外で着色された結合剤とによって構成されている。

【0018】

また、請求項12の発明は、請求項1、請求項2、請求項3、請求項5、請求項6、請求項7、請求項8、請求項9、請求項10または請求項11の発明に係る三次元造形装置において、前記所定の領域は、彩色領域と彩色不要領域で構成されおり、前記彩色領域では、前記複数の結合剤を選択的に用いて前記粉末材料が結合されるとともに、前記彩色不要領域では、前記複数のうちの1の色の結合剤により結合される。

【0019】

また、請求項13の発明は、請求項12の発明に係る三次元造形装置において、前記彩色領域は、前記三次元造形物の表面に現れる領域を含む。

【0020】

また、請求項14の発明は、請求項12または請求項13の発明に係る三次元造形装置において、前記付与手段が、前記複数の結合剤をそれぞれ収容し、前記付与手段に各結合剤を供給する複数のタンクと、前記複数のタンク内における前記各結合剤の残量を検出する検出手段と、を備え、前記各結合剤のうち前記複数のタンク内における残量が比較的多い結合剤を、前記彩色不要領域に付与する。

【0021】

また、請求項15の発明は、請求項1ないし請求項14のいずれかの発明に係る三次元造形装置において、前記所定の領域における前記結合剤の付与量は、前記粉末材料の層の主面に関して単位面積あたりほぼ同量である。

【0 0 2 2】

また、請求項 1 6 の発明は、請求項 1 ないし請求項 1 5 のいずれかの発明に係る三次元造形装置において、前記層形成手段が、(a-1)前記三次元造形物を形成すべき空間の左右両側の所定面の上に、前記粉末材料の左側の山と右側の山とを時間的に交互にそれぞれ形成する手段と、(a-2)前記付与手段の左右両側に付設されてそれぞれが昇降可能とされた左側および右側粉末拡散部材と、(a-3)前記左側および右側粉末拡散部材を駆動制御することによって、1)前記付与手段の左から右への移動に際しては、下降させた右側粉末拡散部材で前記粉末材料の左側の山を右方向に拡散させることにより前記粉末材料の層を形成させる第 1 制御と、2)前記付与手段の右から左への移動に際しては、下降させた左側粉末拡散部材で前記粉末材料の右側の山を左方向に拡散させることにより前記粉末材料の層を形成させる第 2 制御と、を交互に実行する拡散部材制御手段と、を備える。

【0 0 2 3】

また、請求項 1 7 の発明は、請求項 1 6 の発明に係る三次元造形装置において、前記拡散部材制御手段が、前記右側粉末拡散部材と前記左側粉末拡散部材とを相補的に昇降させることにより、一方の粉末拡散部材によって前記粉末材料の層の形成を行っている際には、他方の粉末拡散部材を上昇させて待避させる。

【0 0 2 4】

また、請求項 1 8 の発明は、粉末材料に結合剤を付与して結合させることにより、造形対象物を平行な複数の面で切断した断面データに対応する前記粉末材料の結合体を順次形成して前記造形対象物に応じた三次元造形物を生成する三次元造形方法であって、(a) 前記粉末材料の層を形成する層形成工程と、(b) 前記粉末材料の層に対して、少なくとも 1 種類の結合剤を含む複数種類の材料を付与する付与工程と、(c) 前記粉末材料の層の所定の領域に対して、前記複数種類の材料を選択的に付与する制御工程と、を備える。

【0 0 2 5】

【発明の実施の形態】

※ <第 1 実施形態>

<第 1 実施形態の三次元造形装置の要部構成>

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る三次元造形装置 1 0 0 を示す概略図である。

【 0 0 2 6 】

三次元造形装置 1 0 0 は、制御部 1 0 と、制御部 1 0 にそれぞれ電氣的に接続するバイнда付与部 2 0 と造形部 3 0 と粉末供給部 4 0 と粉末拡散部 5 0 と赤外線ランプ 6 0 とを備えて構成される。

【 0 0 2 7 】

制御部 1 0 は、コンピュータ 1 1 と、コンピュータ 1 1 と電氣的に接続する駆動制御部 1 2 とを備えている。

【 0 0 2 8 】

コンピュータ 1 1 は、内部に CPU やメモリ等を備えて構成される一般的な卓上型コンピュータ等である。このコンピュータ 1 1 は、三次元形状の造形物を形状データとしてデータ化し、それを平行な幾層もの薄い断面体にスライスして得られる断面データを駆動制御部 1 2 に対して出力する。

【 0 0 2 9 】

駆動制御部 1 2 は、バイнда付与部 2 0 と造形部 3 0 と粉末供給部 4 0 と粉末拡散部 5 0 とをそれぞれに駆動する制御手段として機能する。駆動制御部 1 2 は、コンピュータ 1 1 から断面データを取得すると、その断面データに基づいて上記の各部に対して駆動指令を与えることにより造形部 3 0 において粉末材料の層ごとの粉末の結合体を順次形成する動作を統括制御する。

【 0 0 3 0 】

バイнда付与部 2 0 は、液状のバイндаを収容するタンク部 2 1、タンク部 2 1 内のバイндаを吐出させるノズルヘッド 2 2、ノズルヘッド 2 2 を水平 X Y 平面で移動させる X Y 方向移動部 2 3、および X Y 方向移動部 2 3 を駆動する駆動部 2 4 を備えている。

【 0 0 3 1 】

タンク部 2 1 は、それぞれ異なる色のバイндаを収容する複数のタンク（この例では 4 つのタンク） 2 1 a ~ 2 1 d を備えている。具体的には、それぞれのタンク 2 1 a ~ 2 1 d には、Y（イエロー）、M（マジェンタ）、C（シアン）の

色料の3原色およびW（ホワイト）に着色されたバインダ（以下では、「着色バインダ」と呼ぶ）が収容されている。ここで、着色バインダは、粉末と結合しても変色しないものであり、長時間経過しても変色・退色しないものを使用するのが望ましい。

【0032】

ノズルヘッド22は、XY方向移動部23の下部に固定されており、XY方向移動部23とともに一体となってXY平面内で移動自在となっている。また、ノズルヘッド22はタンク部21のタンク数と同数の吐出ノズル22a～dを備え、各吐出ノズル22a～dはタンク21a～dと4本のチューブ25で連結している。各吐出ノズル22a～dは、例えばインクジェット方式等で微小な液滴として各バインダを吐出（噴出）するノズルである。各吐出ノズル22a～dによるバインダの吐出は、駆動制御部12によって個別に制御されており、各吐出ノズル22a～dから吐出されるバインダはノズルヘッド22に対向する位置に設けられている造形部30の粉末層82に付着する。

【0033】

XY方向移動部23は、移動部本体23aおよびガイドレール23bを備えている。移動部本体23aは、ガイドレール23bに沿ってX方向への往復移動が可能であるとともに、Y方向への往復移動が可能となっている。よって、ノズルヘッド22は、XY方向移動部23によりX軸およびY軸によって規定される平面内で移動できることとなる。すなわち、駆動制御部12からの駆動指令に基づいてノズルヘッド22を、その平面における駆動範囲内で任意の位置に移動させることができる。

【0034】

造形部30は、中央に凹状部を有する造形部本体31、造形部本体31の凹状部の内部に設けられている造形ステージ32、造形ステージ32をZ方向に移動させるZ方向移動部33と、Z方向移動部33を駆動する駆動部34を備えている。

【0035】

造形部本体31は、三次元造形物を生成するための作業領域を提供する役目を

果たしている。また、造形部本体 3 1 は、その上部に、粉末供給部 4 0 から供給される粉末を一時的に保持する粉末仮置部 3 1 b を有している。

【0 0 3 6】

造形ステージ 3 2 は、X Y 断面において矩形型の形状を有し、その側面が造形部本体 3 1 における凹状部の垂直内壁 3 1 a と接している。そして、この造形ステージ 3 2 と造形部本体 3 1 の垂直内壁 3 1 a とで形成される直方体状の三次元空間 W K が、三次元造形物を生成するための基盤空間として機能する。すなわち、各吐出ノズル 2 2 a ~ 2 2 d から吐出されたバインダにより、造形ステージ 3 2 上にて粉末を接合させて造形物が作成されることとなる。

【0 0 3 7】

Z 方向移動部 3 3 は、造形ステージ 3 2 と連結する支持棒 3 3 a を有している。そして、支持棒 3 3 a が、駆動部 3 4 によって垂直方向に移動されることにより、支持棒 3 3 a と連結する造形ステージ 3 2 の Z 方向の移動が可能となる。

【0 0 3 8】

粉末供給部 4 0 は、タンク部 4 1 とタンク部 4 1 の出口に設けられている締切板 4 2 と、駆動制御部 1 2 の指令により締切板 4 2 をスライドさせる駆動部 4 3 とを備えている。

【0 0 3 9】

タンク部 4 1 は、白色の粉末が収容されている。この粉末は、三次元造形物の形成における材料となるもので、例えば、デンプン粉、樹脂粉末などが使用される。

【0 0 4 0】

締切板 4 2 は、水平方向（X 方向）にスライドできるようになっており、造形部 3 0 の粉末仮置部 3 1 b に対して、タンク部 4 1 に収容される粉末の供給および停止を行う。

【0 0 4 1】

粉末拡散部 5 0 は、ブレード 5 1 と、ブレード 5 1 の動作を規制するガイドレール 5 2 と、ブレード 5 1 を移動させる駆動部 5 3 とを備えている。

【 0 0 4 2 】

ブレード 5 1 は、Y 方向に長く、下部先端が尖った刃状の形状を有している。ブレード 5 1 の Y 方向の長さは、三次元空間 W K における Y 方向の幅をカバーできる長さとなっている。なお、ブレード 5 1 による粉末の拡散が円滑に行えるように、ブレードに微小振動を与えるバイブレーション機構を付加しても良い。

【 0 0 4 3 】

駆動部 5 3 は、ブレード 5 1 を垂直方向（Z 方向）に昇降移動させる垂直駆動部 5 3 a、およびブレード 5 1 を水平方向（X 方向）に往復移動させる水平駆動部 5 3 b を有している。そして、駆動制御部 1 2 からの指令に基づいて垂直駆動部 5 3 a および水平駆動部 5 3 b が駆動されることにより、ブレード 5 1 の X 方向および Z 方向の移動が可能となる。

【 0 0 4 4 】

赤外線ランプ 6 0 は、バインダに含まれる水分もしくは溶剤の蒸発を行わせて、バインダが付与された粉末の結合を促進するためのものである。駆動制御部 1 2 の指令により、赤外線ランプ 6 0 の点消灯が行なわれる。また、熱硬化性バインダを使用するように構成した場合には、この赤外線ランプ 6 0 は、バインダを硬化させる手段として機能する。

【 0 0 4 5 】

<三次元造形装置 1 0 0 の動作>

図 2 は、三次元造形装置 1 0 0 の動作の概要を説明するフローチャートである。以下、同図を参照して、その基本動作を説明する。

【 0 0 4 6 】

ステップ S 1 では、コンピュータ 1 1 が、表面にカラー模様等が施された三次元造形対象物を表現したモデルデータが作成される。造形するための基になる形状データには、一般の三次元 C A D モデリングソフトウェアで作成されるカラー三次元モデルデータを使用することができる。また、三次元形状入力装置で計測された形状データおよびテクスチャを利用することも可能である。

【 0 0 4 7 】

モデルデータにおいては、色情報が三次元モデルの表面にのみ付与されている

もの、または色情報がモデル内部まで付与されているものがある。後者の場合でも造形に際してモデル表面の色情報のみを使用することが可能であるし、モデル内部の色情報も使用することが可能である。例えば、人体モデル等の三次元造形物を生成する際、各内臓ごとに異なる色で彩色を施したい場合もあり、その場合にはモデル内部の色情報を使用する。

【 0 0 4 8 】

ステップ S 2 では、上記のモデルデータから造形対象物を水平方向にスライスした各断面ごとの断面データを生成する。モデルデータから積層する粉末の一層分の厚みに相当するピッチでスライスされた断面体を切り出し、形状データおよび彩色のデータを作成する。なお、スライスするピッチは、所定範囲内（粉末を結合可能な厚みの範囲）で変更可能にしてもよい。

【 0 0 4 9 】

図 3 は、ステップ S 2 で生成される断面データの一例を示す図である。図 3 に示すように、モデルデータから色情報を含めて断面体を切り出し、格子状に細分化する。それを、2 次元画像のビットマップと同様に扱い、各色毎のビットマップ情報に変換する。このビットマップ情報は階調などを考慮した情報となっている。なお、本実施形態では、粉末の色が白色なので、白部分には彩色は不要である。しかし、造形のためにはバインダが必要であり、この部分には白色のバインダを塗布することとし、W データを付与した。また、3 次元モデル内部に色情報がない場合、その内部に対応する部分にも W データを付与するようにした。したがって、Y C M W のデータの O R をとると、断面の形状全面が埋まるようになっている。

【 0 0 5 0 】

図 4 は、図 3 と同様にステップ S 2 で生成される断面データの一例を示す図である。図 4 では、モデルデータにおいて、三次元造形に寄与しない部分、つまり外形に現れない内部領域に該当する部分を、造形不要部分として形状データから削除している。これにより、造形不要部分ではバインダにより粉末を結合する動作が行われず、バインダが節約できる。

【 0 0 5 1 】

ステップ S 3 では、造形対象物を造形する際における粉末の積層厚さ（断面データ作成の際のスライスピッチ）及び積層数（断面データセットの数）に関する情報が、コンピュータ 1 1 から駆動制御部 1 2 に入力される。

【 0 0 5 2 】

次のステップ S 4 以降については、駆動制御部 1 2 が各部を制御することのよって行われる動作である。図 5 は、これらの動作を説明する概念図である。以下では、同図を参照しながら説明する。

【 0 0 5 3 】

ステップ S 4 では、造形ステージ 3 2 において粉末の第 N 層目（ $N=1, 2, \dots$ ）の結合体を形成するために、図 5（a）に示す矢印 D N の方向に、造形ステージ 3 2 が Z 方向移動部 3 3 により、コンピュータ 1 1 から入力された上記積層厚さに基づき、その厚さに相当する距離だけ下降されて保持される。これにより、造形ステージ 3 2 上に堆積されて必要な結合が完了した粉末層の上方に、新たな粉末の層を 1 層分形成するためのスペース S P が形成される。ただし、 $N=1$ の場合は、最初の層の形成に相当するため、造形ステージ 3 2 の上面自身の上にスペース S P が形成されるようにする。

【 0 0 5 4 】

ステップ S 5 では、三次元造形物の造形において材料となる粉末の供給を行う。ここでは、図 5（a）のように、粉末供給部 4 0 の締切板 4 2 が閉止位置からスライドしてタンク部 4 1 内の粉末を所定量だけ造形部 3 0 の粉末仮置部 3 1 b に落下させる。この所定量とは、上記のスペース S P の体積（造形における粉末の必要量）より若干多めに設定されている。所定量の粉末の供給完了後、締切板 4 2 が閉止位置に戻り粉末供給を停止する。

【 0 0 5 5 】

ステップ S 6 では、ステップ S 5 で供給された粉末の薄層を形成する。ここでは、図 5（b）に示すように、粉末仮置部 3 1 b 上に堆積された粉末をブレード 5 1 が X 方向に移動することで造形ステージ 3 2 上のスペース S P に粉末が入り込み、薄い均一な粉末層が形成される。この際には、ブレード 5 1 の下部先端を

造形ステージ 3 2 の最上面 3 1 c に沿って移動させる。これにより、所定の厚さの粉末の薄層が正確に形成できる。なお、余った粉末は回収して、再度利用可能である。そして、粉末層が形成された後、ブレード 5 1 は、垂直駆動部 5 3 a によって最上面 3 1 c から離され、水平駆動部 5 3 a によって粉末層の上方を通過して初期位置に復帰する。

【 0 0 5 6 】

ステップ S 7 では、ステップ S 2 で作成された形状データおよび彩色のデータに従って X Y 方向移動部 2 3 を駆動することにより、図 5 (c) に示すように、ノズルヘッド 2 2 を X Y 平面内に移動させる。その際、形状データの存在する領域のみを走査することにより時間が短縮される。そして、その移動に伴って各吐出ノズル 2 2 a ~ d から着色バインダの吐出を適宜に行わせる。これにより、粉末の結合体 8 1 が生成される。なお、バインダが塗布されない粉末 8 2 は個々に独立した状態を保つこととなる。

【 0 0 5 7 】

ここでは、三次元造形物の表面部分に相当する部分について、バインダの吐出を行う際に、造形対象物から導かれた彩色情報に基づいて Y、M、C および W の着色バインダを選択的に吐出する。これにより、三次元造形物の造形過程におけるカラー造形が行える。一方、三次元造形物において彩色を施す必要のない部分（彩色不要領域）では、彩色された部分の着色状態を妨げることもない W の着色バインダを吐出することにより、造形を行う。

【 0 0 5 8 】

また、粉末層に付着したバインダの拡がりを均一化して造形物の強度を確保するため、造形部分に対して単位面積当たり同量のバインダを均一に付与することが好ましい。例えば、X Y 方向移動部 2 3 による各吐出ノズル 2 2 a ~ d の移動速度に、単位時間当たりに各吐出ノズル 2 2 a ~ d から吐出されるバインダの量（例えば、バインダ液滴の数）を乗じたものを一定にすれば、単位面積当たり同量のバインダが均一に付与できることとなる。

【 0 0 5 9 】

バインダの吐出完了後、バインダ吐出動作を停止し、X Y 方向移動部 2 3 を駆

動することにより、ノズルヘッド 2 2 は初期位置に復帰する。

【0 0 6 0】

ステップ S 8 では、バインダが付着した粉末を乾燥させて接合させる。ここでは、薄く引き延ばされた粉末の層の上方から、赤外線ランプ 6 0 の照射を行う。これにより、粉末に付着したバインダの迅速な乾燥が行える。なお、自然乾燥により迅速に硬化する種類のバインダでは、特に赤外線ランプなどでの照射は不要となる。乾燥が完了すると、三次元造形物の一層分の断面体の造形が完了することとなる。

【0 0 6 1】

そして、一層分の造形が終了するとステップ S 9 に進んで、駆動制御部 1 2 が、ステップ 3 で入力された積層数に基づき、その積層数分の処理が完了したかどうかを判断し（つまり、三次元造形物の造形が完了したかどうかを判断し）、三次元造形物の造形が完了したかどうかを判断し、「N O」と判断された場合はステップ S 4 からの処理を繰り返し、「Y E S」と判断された場合は造形動作は終了する。そして、三次元造形物の造形が完了すると、バインダが付与されていない粉末から分離して、バインダにより結合された粉末の結合体（三次元造形物）を取り出すことができる。なお、この結合されなかった粉末は回収して、再度材料として利用しても良い。

【0 0 6 2】

ステップ S 4 に戻った場合には、第 N 層目の上側に第 N + 1 層目の新たな粉末の結合体を形成する動作が行われる。このような動作を積層数だけ繰り返すことにより、ステージ 3 2 上に一層ごとのカラー化された結合体が順次積層されていき最終的に造形対象物の三次元造形物が造形ステージ 3 2 上に造形されるのである。

【0 0 6 3】

このようにして得られる三次元造形物 9 1 を図 6 に示す。図 6 (a) は三次元造形物 9 1 の断面を示したものであり、図 6 (b) は (a) における A 部分を拡大表示したものである。図 6 (b) において、三次元造形物 9 1 の表面側付近 9 1 a には斜線領域で示すように Y、M、C および W のバインダによって単色また

は複数色の彩色が施されるとともに、内部側 9 1 b は W の着色バインダによって造形が行われている。つまり、図 6 (b) における彩色領域は、吐出ノズル 2 2 a ~ d から各着色バインダが彩色情報に応じて選択的に吐出されて形成されたものであり、彩色不要な領域である内部領域は、単なる粉末の接合を目的として吐出ノズル 2 2 d から白色のバインダが吐出されて形成されたものである。

【 0 0 6 4 】

このような彩色の機構を使用することによって多様な彩色が可能になる。たとえば、図 6 (a) における彩色領域のうち、

※領域 9 1 - 1 においてはイエロー Y とホワイト W との所定のドット配列によって薄いイエローの彩色がなされ、

※領域 9 1 - 2 においてはシアン C とイエロー Y とのドット配列によってグリーンの彩色がなされ、

※領域 9 1 - 3 においてはマゼンタ M の区域とホワイト W の区域とが帯状に交互に配列することによって縞模様の着色がなされ、
 というようなことができる。

【 0 0 6 5 】

また、その 3 次元造形物自身では 1 色（たとえばイエロー）のみで着色する場合でも、他の 3 次元造形物では異なる色での着色が可能である。

【 0 0 6 6 】

すなわち、この発明において多様な彩色が可能になるという意味は、ひとつの三次元造形物についての彩色の自由度が高まるということと、種々の三次元造形物ごとに彩色を変更できるということとの双方の意味を含んでいる。

【 0 0 6 7 】

したがって、この実施形態における三次元造形装置 1 0 0 のような構成とし、彩色情報に応じて複数色のバインダを選択的に付与することにより、三次元造形物の造形過程において多様な彩色を施すことができ、人手に頼ることなく短時間かつ低コストでカラー造形を行うことができるのである。

【 0 0 6 8 】

図 6 (b) において、彩色が施される領域が三次元造形物 9 1 の表面だけでな

く、若干内部側領域まで及んでいる。一般に、彩色が必要な領域は、通常造形物の表面のみであるため、着色バインダで彩色を施すのは造形物の表面に現れる部分のみでよい。しかし、オーバーハング部やアンダーハング部を有する造形物では、隣接する上層と下層との断面体の最外周よりも内部まで彩色を行わなければ、彩色されていない部分が造形物の表面に現れてしまう。また、厳密に表面だけを彩色することはノズルヘッド 2 2 の移動量と各バインダの吐出タイミングとに対する高精度な制御が必要であるため、断面データにおいて彩色情報を所定幅だけ内部側にオフセットを確保するのが望ましい。さらに、図 6 (b) のように彩色領域を所定量分だけ内部側に形成することにより、その後に三次元造形物 9 1 の表面に傷等が生じた場合であっても内部用バインダの白色が露呈することを防止することができる。

【 0 0 6 9 】

造形物の内部領域の粉末の接合に用いるバインダは、白色が必須ではなく、着色されていないナチュラル（無色透明、乳白色）なバインダを使用してもよい。また、特定の色のバインダを内部接合用として他の色のバインダより多くタンク 2 1 に蓄えておく仕様にすることが望ましい。なお、造形物の内部領域であっても内部構造を分類するように色分けすることもできる。これは、造形後に造形物を切断し、カットモデルとして断面構造を見せる場合などでは、造形物の内部領域まですべて彩色を施しておくことも有効である。

【 0 0 7 0 】

この実施形態における三次元造形装置 1 0 0 において、コンピュータ 1 1 に CAD / CAM / CAE のシステムを導入すれば、造形の際のスピードアップ化とデザインの質的向上をおしすすめることも可能である。

【 0 0 7 1 】

＜彩色の具体的態様＞

次に、この実施形態における造形過程での彩色について説明する。

【 0 0 7 2 】

この実施形態では、三次元造形物の材料となる粉末を結合させるものとしてバインダを使用するとともに、その彩色領域に Y、M、C、W の 4 色の着色バイン

ダを吐出することによって三次元造形物の造形過程での彩色を行っている。この彩色については、微視的には、粉末粒子よりも小さい着色バインダの粒子が、粉末粒子の周りに付着するとともに、粉末粒子の間に充填されることにより行われる。

【0073】

吐出ノズル 2 2 a ~ d のうち、吐出ノズル 2 2 a ~ c のそれぞれからは原色混合によって異なる色成分を表現することができる Y、M、C の各色成分の着色バインダが吐出される一方、吐出ノズル 2 2 d からはホワイトの着色バインダが吐出される。このような各吐出ノズル 2 2 a ~ d から吐出される微小なバインダの液滴のドット配列の集合によって、その三次元造形物に面積階調として混色あるいは色の階調を表現することができる。

【0074】

一般に、彩色を行うためには Y、M、C の三原色を混色すればよいが、色の濃淡（階調）を表現するためには、三原色に加えて白色のバインダを吐出し混色することが有効となる。一般のプリンタ等では白色の紙にインク、トナー等で字、画像をプリントしていくため、基材となる紙の白色を利用すれば白色インクは必要でなく、Y、M、C の三色を使用するだけで原理的に各色成分の濃淡を表現することができる。しかしながら、三次元造形材料となる粉末の色が白色でないような場合には、白色のバインダを使用することが特に有効となるのである。

【0075】

つまり、Y、M、C の各色成分を混合することによって暗い色を表現することができるが、白色は表現することができないため、粉末の結合用として白色等淡い色のバインダを準備し、この白色のバインダを表面彩色の際にも使用すれば、三次元造形物 9 1 に対して適切な彩色を施すことが可能となる。

【0076】

このようにして三次元造形物 9 1 に彩色を施す際の濃淡を表示する場合の着色バインダの吐出形態の一例について説明する。

【0077】

図 7 は、シアンについての階調表現の一例を示す図である。駆動制御部 1 2 に

において所定の階調変換が行われると、断面データに含まれる多値の階調データは基本ドット領域（図7の最小矩形）ごとの2値データに変換される。この2値データは各吐出ノズル22a～dをON/OFF制御するための情報となる。

【0078】

図7には、この基本ドット領域の2×2のマトリクス配列による基本集合領域を示しており、この彩色のための基本ドット領域への各色成分のバイндаの吐出パターンを変化させることにより、階調表現や混合色表現を行うことが可能となる。淡いシアンを表示する場合には、2×2のマトリクス配列のうち1つの基本ドット領域にシアンを吐出し、他の基本ドット領域にはホワイトを吐出する。また、濃いシアンを表示する場合には基本集合領域の全体にシアンを吐出する。このように基本集合領域に対するシアンのバイндаとホワイトのバイндаとの吐出割合を変化させることにより、淡いシアンから濃いシアンへの階調変化を適切に表現することが可能になる。

【0079】

なお、図7の例では説明の都合上、階調変換によって生じる彩色のための基本集合領域を4個の基本ドット領域で構成しているが、これに限定するものではない。例えば、断面データにおいて256階調を有している場合であって、その階調を低下させずにON/OFF制御のための2値データに変換する場合、基本集合領域は256個の基本ドット領域の集合で構成する。

【0080】

次に、図8は淡いシアンから淡いイエローへ変化する表現の一例を示す図である。図8の左端は淡いシアンを表現する際のCとWとの吐出パターンであり、右端は淡いイエローを表現する際のYとWとの吐出パターンである。淡いシアンからシアンとイエローとの混合色を経て淡いイエローへと変化させる際には図8に示すように基本集合領域内へのCとYとWとを吐出する割合をしだいに変化させていくことによって、そのような色の変化を表現することが可能になる。

【0081】

なお、このような場合でも既述したように、造形物の強度を確保するため、C、Y、Wの各着色バイндаは、単位面積当たり同量にすることが好ましい。

【0082】

また、図9には上記の彩色のための基本集合領域が複数個集合したものを示している。図9(a)はCとWとの吐出パターンを示しており、図9(b)は(a)の吐出パターンによって表現される彩色形態を具体的に示している。図9に示すように駆動制御部12が吐出パターンを制御することによって三次元造形物91の造形過程における彩色を行うことが可能になる。

【0083】

このように、この実施形態では、三次元造形物91の着色部分を造形する際に接合用および着色用としてY、M、C、Wの着色バインダを使用し、内部側を造形する際には内部接合用として白色のバインダを使用することにより、造形過程において造形対象物に対応した彩色を施していくことができる。

【0084】

なお、吐出ノズル22a～cから吐出される着色されたバインダはそれぞれ他の色成分(例えば、R(赤)、G(緑)、B(青)等)に着色されていてもよいが、Y、M、Cの三原色に着色されたバインダを使用してこれらを混合することにより、三次元造形物91の中間色等の全ての色成分の彩色ができるという効果がある。

【0085】

また、粉末の接合用としてのみ機能する吐出ノズル22dから吐出されるバインダは白色に限定されるものではなく、クリーム色等のバインダであってもよい。ただし、生成される三次元造形物91において造形対象物の白色や階調を鮮明に再現するためには、接合用として白色のバインダを使用することが望ましい。

【0086】

さらに、三次元造形物91の表面側に黒色を再現する場合には、Y、M、Cの三原色を吐出することで黒色を表現することができるが、鮮明な黒色を再現するために別途黒色に着色されたバインダを吐出するための吐出ノズルを設けても良い。

【0087】

三次元造形物の材料となる粉末については、本実施形態では白色粉末を用いて

いる。白い紙の上に印刷する場合には、色を付ける部分にのみ有色インクを塗布することで、下地の白色とのバランスで色の階調表現が可能である。これと同様に本実施形態の場合、下地となる粉末を白色とすることで発色をよくすることができるためである。

【0088】

粉末材料が無色透明ではなく地色を有している場合、粉末材料の地色と同じ色にしたい領域には無色透明のバインダを付与すれば済む。また、粉末材料の地色に相当する色を薄めて着色したいときには、無色透明のバインダと白のバインダとを所定の割合でドット配列すればよい。このため、複数のバインダの中に無色透明のバインダが含まれているときには、地色と同じ色のバインダを準備するよりは、それ以外の色に着色されたバインダを準備した方が、その分だけ色表現の幅が広がって好ましい。

【0089】

※ <第2実施形態>

<第2実施形態の三次元造形装置の要部構成>

第2実施形態の三次元造形装置の構成は、第1実施形態の三次元造形装置100と類似しているが、各タンク21Aにおける着色バインダの残量を検出する検出器が設けられている。

【0090】

図10は、第2実施形態に係る三次元造形装置100Aを示す概略図である。第2実施形態の三次元造形装置100Aでは、タンク部21Aの検出器からの信号を駆動制御部12に送信するためのケーブル26が設けられる。

【0091】

図11は、タンク部21Aの一部断面を示す図である。タンク部21Aの下部には、各タンク21Aa～dに対応した検出器25a～dが設けられている。検出器25a～dでは、各タンク21Aa～dのバインダの残量を検出する。この検出器25a～dでは、各タンク21Aa～dに収容されているバインダのヘッド圧を検出して、残量を算出する。なお、検出器としては、各タンク21Aa～dの内に垂直方向に1または複数のレベルスイッチを設けても良い。この場合、

上記のヘッド圧を検出する方式と比べ、バインダの残量は連続的に検出できないが、その構成を比較的簡素にすることができる。

【0092】

＜三次元造形装置 1 0 0 A の動作＞

図 1 2 は、三次元造形装置 1 0 0 A の動作の概要を説明するフローチャートである。このフローチャートは、図 2 に示すフローチャートと類似しているが、上記のバインダの残量検出・制御に係る動作が、主に追加されている。以下では、図 2 に示すフローチャートと相違する動作を説明する。

【0093】

ステップ S 1 2 では、図 2 のステップ S 2 と同様にモデルデータから造形対象物をスライスした各断面ごとの断面データを生成するが、三次元造形物において表面に現れ、彩色が必要な彩色領域と、造形物の内側に対応する彩色不要領域とにデータを分解する。

【0094】

ステップ S 1 4 では、三次元造形物の彩色不要領域に対して、粉末を接合する目的のみの接合用バインダを、4 つの着色バインダの中から選定する。この場合、デフォルトとして特定の色、例えば白色のバインダが選定されるようにしてもよい。

【0095】

また、各タンク 2 1 A a ~ d 内の各バインダの残量検出のインターバルとなる粉末層の層数 n の設定を行う。これは、粉末層の 1 層分の厚さが薄いため粉末層 1 層分では各着色バインダの消費量の明らかな差が生じないため、n 層分のバインダの消費累積値により、各バインダ残量の差異を明確にして検出を容易にする理由からである。

【0096】

ステップ S 1 5 では、造形ステージ 3 2 上に順次形成される粉末層の堆積層数 i をカウントするため、初期値として 0 を入力する。

【0097】

ステップ S 1 9 a、S 1 9 b では、図 2 のステップ S 7 に対応するものである

が、ここでは、ステップ S 1 2 で作成した断面データにおける彩色領域と彩色不要領域とでバインダを使い分ける。つまり、彩色領域に対して各着色バインダを粉末層に吐出する一方、彩色不要領域に対して接合用バインダのみを吐出する。

【0 0 9 8】

ステップ S 2 1 では、ステップ S 2 0 でバインダを乾燥することにより、粉末の結合体が 1 層分形成されるので、1 層分を堆積層数 i に加える。

【0 0 9 9】

そして、ステップ S 2 2 において三次元造形物の造形が完了していなければ、ステップ S 2 3 に進む。

【0 1 0 0】

ステップ S 2 3 では、堆積層数 i を n で割った剰余が 0 であるか、つまり堆積層数が n の倍数であるかを駆動制御部 1 2 が判断する。そして、剰余が 0 である場合にはステップ S 2 4 に進み、剰余が 0 でない場合にはステップ S 1 6 に戻る。

【0 1 0 1】

ステップ S 2 4 では、検出器 2 5 a ~ d により、各タンク 2 1 A a ~ d 内のバインダの残量を検出する。そして、最も多い残量となる、すなわち使用頻度が少ないバインダを接合用のバインダとして選定する。例えば、図 1 1 に示す場合は、タンク 2 1 A b が最も多い残量のバインダを収容していることであるため、このバインダが接合用バインダとして設定される。

【0 1 0 2】

なお、検出器 2 5 a ~ d により、各バインダの残量が少なくなった場合にアラームを発信して、オペレータにバインダの補充を促すことも可能である。

【0 1 0 3】

以上のような動作によって、使用頻度の少ない色のバインダを優先的に彩色に関係のない内部領域に接合用として用いることができ、着色バインダ間の消費量を均一化できる。これにより、各着色バインダの効率的な活用が可能となるとともに、各タンク 2 1 A a ~ d へのバインダの補充の時間間隔を延ばすことができる。

【0 1 0 4】

また、各タンク 2 1 A a ~ d に 1 つのレベルスイッチのみを設けている場合には、所定の基準レベル以上の残量があるバインダの中から所定の優先順位（たとえば W Y M C の順）で優先度が高いバインダを接合用バインダとして使用することもできる。

【0 1 0 5】

いずれの場合も、比較的残量が多いバインダを接合用バインダとして使用することになる。

【0 1 0 6】

※ <第 3 実施形態>

<第 3 実施形態の三次元造形装置の要部構成>

第 3 実施形態の三次元造形装置の構成は、第 1 実施形態の三次元造形装置 1 0 0 と類似しているが、2 個のブレードが設けられていることが主に異なっている。

【0 1 0 7】

図 1 3 は、第 3 実施形態に係る三次元造形装置 1 0 0 B を示す概略図である。

【0 1 0 8】

上記の 2 個のブレード 5 1 B a、5 1 B b は、X Y 方向移動部 2 3 B の両側に設けられている。左側ブレード 5 1 B a と右側ブレード 5 1 B b とは、Y Z 平面に対して鏡面对称の形状となっている。

【0 1 0 9】

X Y 方向移動部 2 3 B を駆動する駆動部 2 4 B は、上記の 2 個のブレードをそれぞれ上下方向（Z 方向）に駆動する役目も担っている。そして、駆動制御部 1 2 の指令に基づき、ノズルヘッド 2 2 の X Y 平面移動およびブレード 5 1 B a、5 1 B b それぞれの上下方向の昇降移動が可能となる。ここで、X Y 方向移動部 2 3 B の移動に関して、紙面右方向（X の増加方向）を順方向、紙面左方向（X の減少方向）を逆方向と呼ぶこととする。

【0 1 1 0】

また、三次元造形装置 1 0 0 B は、2 つの粉末供給部 4 0 B a、4 0 B b を備

えている。これに伴い、粉末供給部 4 0 B a、4 0 B b からの粉末を堆積させるための粉末仮置部 3 1 B a および 3 1 B b が確保できるように、造形部本体 3 1 B の上部作業領域が、第 1 実施形態の三次元造形装置に比べて広がっている。

【0 1 1 1】

＜三次元造形装置 1 0 0 B の動作＞

図 1 4 は、三次元造形装置 1 0 0 B の動作の概要を説明するフローチャートである。このフローチャートは、図 2 に示すフローチャートと類似しているが、上記の 2 種類のブレード 5 1 B a、5 1 B b に係る動作が主に追加されている。以下では、図 2 に示すフローチャートと相違する動作を説明する。

【0 1 1 2】

ステップ S 3 5 では、粉末が堆積される層数が奇数であるかを判断する。ここで、奇数である場合にはステップ S 3 6 a に進み、偶数である場合にはステップ S 3 6 b に進む。以降のステップにおける三次元造形装置 1 0 0 B の動作の概要を示す図 1 5 を参照しながら説明する。

【0 1 1 3】

ステップ S 3 6 a では、図 1 5 (a) のように、順方向の起点側、つまり左側の粉末供給部 4 0 B a から粉末を供給して粉末材料の左側の山 M a を形成する。

【0 1 1 4】

ステップ S 3 7 a では、順方向に粉末の薄層を形成させながら、ノズルヘッドにより着色バインダの吐出を行う。ここでは、まず、X Y 移動部 2 3 B a を順方向の起点に移動させ、右側ブレード 5 1 B b の下部先端を下降させて造形部本体 3 1 B の最上面 3 1 B c に接地させる。そして、図 1 5 (b) のように、順方向に X Y 移動部 2 3 B a を移動させて、右側ブレード 5 1 B b による粉末の山 M a の拡散を行い、それによって粉末の層の形成を行うとともに、ブレード 5 1 B a に移動方向の後方に位置するノズルヘッド 2 2 からバインダの吐出を行う。これらの動作の際には、左側ブレード 5 1 B a は上昇し待避しており、それによって、この左側ブレード 5 1 B a がバインダ付与後の粉末層の表面を乱すことを防止する。

【0 1 1 5】

一方、ステップ S 3 6 b では、図 1 5 (c) のように、逆方向の起点側、つまり右側の粉末供給部 4 0 B b から粉末を供給して粉末材料の右側の山 M b を形成する。

【0 1 1 6】

ステップ S 3 7 b では、逆方向に粉末の薄層を形成させながら、ノズルヘッドにより着色バインダの吐出を行う。ここでは、まず、X Y 移動部 2 3 B a を逆方向の起点に移動させ、左側ブレード 5 1 B a の下部先端を下降させて造形部本体 3 1 B の最上面 3 1 B c に接地させる。そして、図 1 5 (d) のように、逆方向に X Y 移動部 2 3 B a を移動させて、左側ブレード 5 1 B a による粉末の山 M b の拡散を行い、それによって粉末の層の形成を行うとともに、ブレード 5 1 B a に移動方向の後方に位置するノズルヘッド 2 2 からバインダの吐出を行う。これらの動作の際には、右側ブレード 5 1 B b は上昇し待避しており、それによって、この右側ブレード 5 1 B b がバインダ付与後の粉末層の表面を乱すことを防止する。

【0 1 1 7】

以上のような動作によって、ノズルヘッド 2 2 およびブレード 5 1 B a、5 1 B b における X 方向の往復動作を無駄なく利用することができるため、ブレードを復帰させるための時間、ノズルヘッドを復帰させるための時間が不要となる。これにより、粉末を薄層化するための時間を短縮できるとともに、粉末層に対するバインダを付与する時間を短縮できる。その結果、三次元造形物の造形をより迅速に行うことができる。また、両側のブレード 5 1 B a、5 1 B b を相補的に昇降させるため、造形物をブレードで乱すことを特に有効に防止できる。

【0 1 1 8】

<変形例>

◎彩色については、R (レッド)、G (グリーン)、B (ブルー) からなる色光の 3 原色を用いてもよい。

【0 1 1 9】

◎着色バインダについて、4 種類の色を有するのは必須ではなく、例えば 3 原

色と白色と無色透明とからなる 5 種類の色でもよく、6 種類以上でもよい。

【0 1 2 0】

◎吐出ノズルについては、タンクに収容された色別の各バインダを吐出前に混合して吐出できる構成としてもよい。

【0 1 2 1】

◎粉末の色については、白色であるのは必須ではなく、青、黄などの有彩色またはガラス粉末などの無色透明でも良い。

【0 1 2 2】

◎粉末層の形成については、ブレードを用いることは必須ではなく、ローラなどを用いても良い。

【0 1 2 3】

◎第 3 実施形態においては両側のブレードなどを「左右」と表現しているが、これは相対的なものであり、たとえば前後方向にブレードなどを移動させて粉末を拡散させる装置であっても、方向を変えて見れば左右方向になる。このため、一般性を失うことなく、「左右」と呼ぶことができる。

【0 1 2 4】

◎上記各実施形態では、形状データに基づいて、ノズルヘッドを移動させるように構成したが、ノズルヘッドの移動を造形部本体の作業領域全面をラスト走査するように構成してもよい。この場合、形状データは不要であり、断面データとしては彩色データのみを作成するように構成する。

【0 1 2 5】

◎上記各実施形態では、各色にバインダ機能を持たせたが、複数色のうち 1 つ（望ましくは白）をバインダとし、他の色についてはバインダ機能を有さないインクとしてもよい。また、無色透明のバインダとバインダ機能を有さない複数色のインクとを使用するようにしてもよい。この場合、断面データのうち、形状データの領域にバインダを塗布し、彩色データに基づいてインクを塗布するように構成する。

【0 1 2 6】

◎上記各実施形態では、各ノズルから異なる色の材料を供給するように構成し

たが、色に関わらず、造形物の質感や硬さを異ならせる複数種類の材料（結合剤）をそれぞれのノズルから供給するように構成してもよい。

【0 1 2 7】

このうち、質感が異なる複数の結合剤の例としては、

- (1) 光沢があるものと、光沢がないものとの組合せ、
- (2) 視覚的に粒状性を持つ結合剤と、視覚的に滑らかな結合剤との組合せ、
- (3) 比較的透明性がある結合剤と、不透明な結合剤との組合せ、
- (4) 金属光沢を持たせた結合剤と、金属光沢を持たない結合剤との組合せ、

や、それらの複合的な組合せなどある。

【0 1 2 8】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項 1 および請求項 1 8 の発明によれば、粉末材料の層に対して、少なくとも 1 種類の結合剤を含む複数種類の材料を付与することが可能であるため、三次元造形物の造形過程で種々の特性を持たせることができる。その結果、短時間かつ低コストで、種々の特性を有する三次元造形物を生成できる。

【0 1 2 9】

また、請求項 2 の発明によれば、付与手段は、それぞれ異なる色に着色された複数の結合剤を付与するため、短時間かつ低コストで種々に彩色された三次元造形物を生成できる。

【0 1 3 0】

また、請求項 3 の発明によれば、付与手段は結合剤とインクとを付与するため、短時間かつ低コストで種々に彩色された三次元造形物を生成できる。

【0 1 3 1】

また、請求項 4 の発明によれば、付与手段は、異なる質感をもたらす複数の結合剤を付与するため、短時間かつ低コストで種々の質感を有する三次元造形物を生成できる。

【0 1 3 2】

また、請求項 5 の発明によれば、粉末材料は白色であるため、三次元造形物の

彩色において特に発色を良くすることができる。

【0 1 3 3】

また、請求項 6 の発明によれば、三次元造形物において、粉末の色が彩色の妨げとなるのを防止できる。

【0 1 3 4】

また、請求項 7 の発明によれば、複数のノズルのそれぞれは複数の結合剤のうちの 1 の結合剤を吐出するため、三次元造形物において所望の彩色を容易に行える。

【0 1 3 5】

また、請求項 8 の発明によれば、複数の結合剤は、それぞれ 3 原色で着色された 3 の結合剤を含むため、三次元造形物において特に多様な色表現が容易となる。

【0 1 3 6】

また、請求項 9 の発明によれば、複数の結合剤は、白色で着色された結合剤を含むため、三次元造形物における色の濃淡の表現が容易となる。

【0 1 3 7】

また、請求項 1 0 の発明によれば、複数の結合剤は無色透明または乳白色の結合剤を含むため、粉末材料の地色を三次元造形物における彩色に活用し易い。

【0 1 3 8】

また、請求項 1 1 の発明によれば、複数の結合剤は粉末材料の地色以外で色された結合剤であるため、三次元造形物の彩色に不要となる粉末材料の地色に対応する結合剤の節約ができる。

【0 1 3 9】

また、請求項 1 2 の発明によれば、彩色領域では複数の結合剤を選択的に用いて粉末材料が結合されるとともに、彩色不要領域では複数のうちの 1 の色の結合剤により結合される。その結果、彩色不要領域において、結合剤の付与が簡素化できる。

【0 1 4 0】

また、請求項 1 3 の発明によれば、彩色領域は三次元造形物の表面に現れる領

域を含むため、三次元造形物の適切な彩色ができるとともに、結合剤の効率的な活用ができる。

【0 1 4 1】

また、請求項 1 4 の発明によれば、複数の結合剤のうち残量が比較的多い結合剤を彩色不要領域に付与するため、複数の結合材の消費量をほぼ均一化でき、各結合剤の有効活用ができる。

【0 1 4 2】

また、請求項 1 5 の発明によれば、結合剤の付与量は、粉末材料の層の主面に関して単位面積あたりほぼ同量であるため、三次元造形物の強度を適切に確保できる。

【0 1 4 3】

また、請求項 1 6 の発明によれば、付与手段の移動方向に応じて左右のブレード手段で粉末材料の層を形成できるため、粉末材料の層形成を効率よく行うことができる。その結果、三次元造形物の造形をより迅速に行うことができる。

【0 1 4 4】

請求項 1 7 の発明によれば、左側の粉末拡散部材で拡散形成した粉末層を右側の粉末拡散部材で乱すことを確実に防止できるため、請求項 1 3 の発明による処理の高速性のほかに、三次元造形物の形成の正確性も向上できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態に係る三次元造形装置 1 0 0 を示す概略図である。

【図 2】

三次元造形装置 1 0 0 の動作の概要を説明するフローチャートである。

【図 3】

断面データの一例を示す図である。

【図 4】

断面データの一例を示す図である。

【図 5】

三次元造形装置 1 0 0 の動作を説明する概念図である。

【図 6】

第 1 実施形態において得られる三次元造形物を示す図である。

【図 7】

シアンについての階調表現の一例を示す図である。

【図 8】

淡いシアンから淡いイエローへ変化する表現の一例を示す図である。

【図 9】

彩色の一例を示す図である。

【図 1 0】

本発明の第 2 実施形態に係る三次元造形装置 1 0 0 A を示す概略図である。

【図 1 1】

タンク部 2 1 A の一部断面を示す図である。

【図 1 2】

三次元造形装置 1 0 0 A の動作の概要を説明するフローチャートである。

【図 1 3】

本発明の第 3 実施形態に係る三次元造形装置 1 0 0 B を示す概略図である。

【図 1 4】

三次元造形装置 1 0 0 B の動作の概要を説明するフローチャートである。

【図 1 5】

三次元造形装置 1 0 0 B の動作を説明する概念図である。

【符号の説明】

- 2 0 バインダ付与部
- 2 1、2 1 A タンク部
- 2 2 ノズルヘッド
- 2 3 X Y 方向移動部
- 2 5 検出器
- 3 0 造形部
- 3 2 造形ステージ
- 3 3 Z 方向移動部

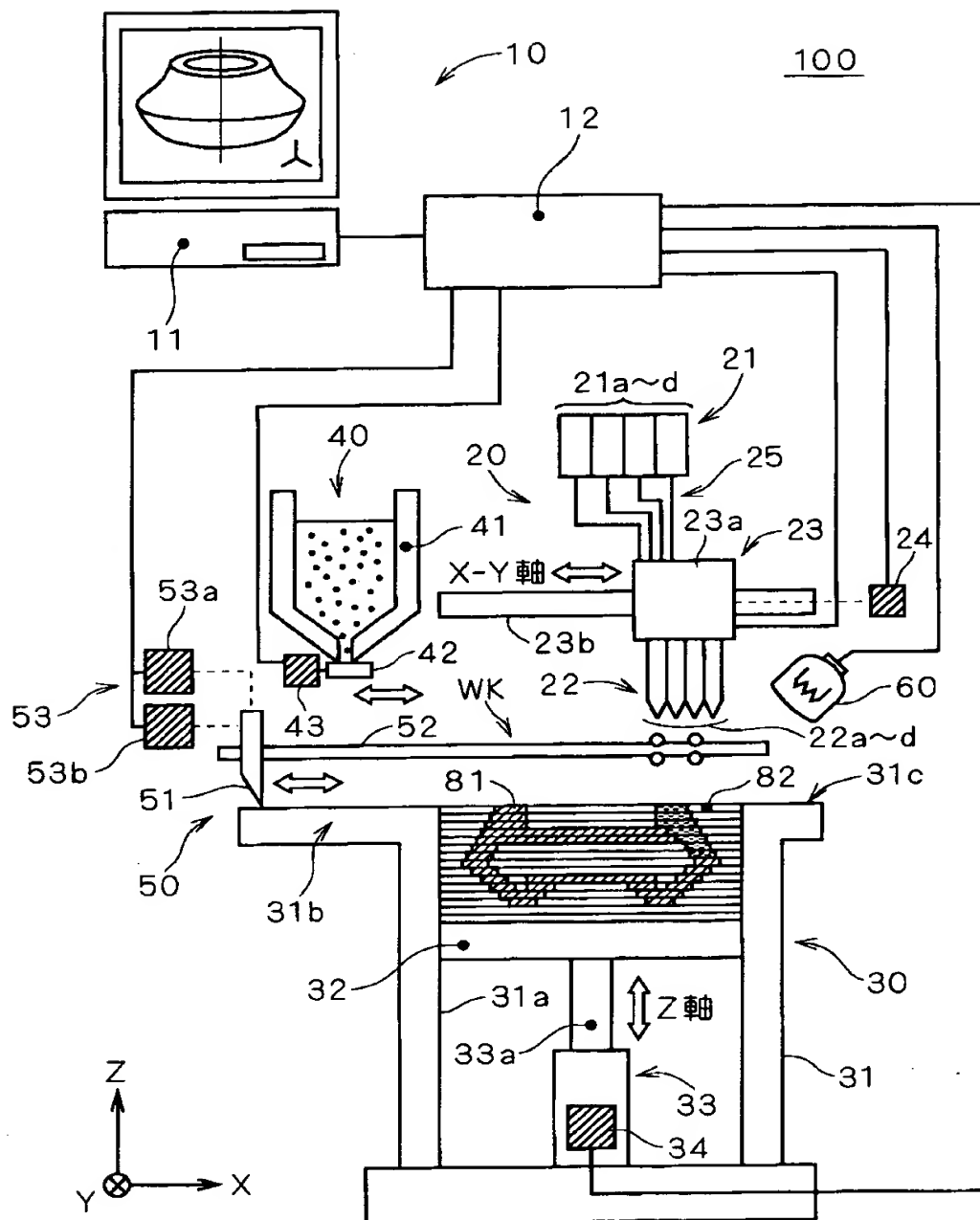
4 0 粉末供給部

5 1、5 1 B a、5 1 B b ブレード

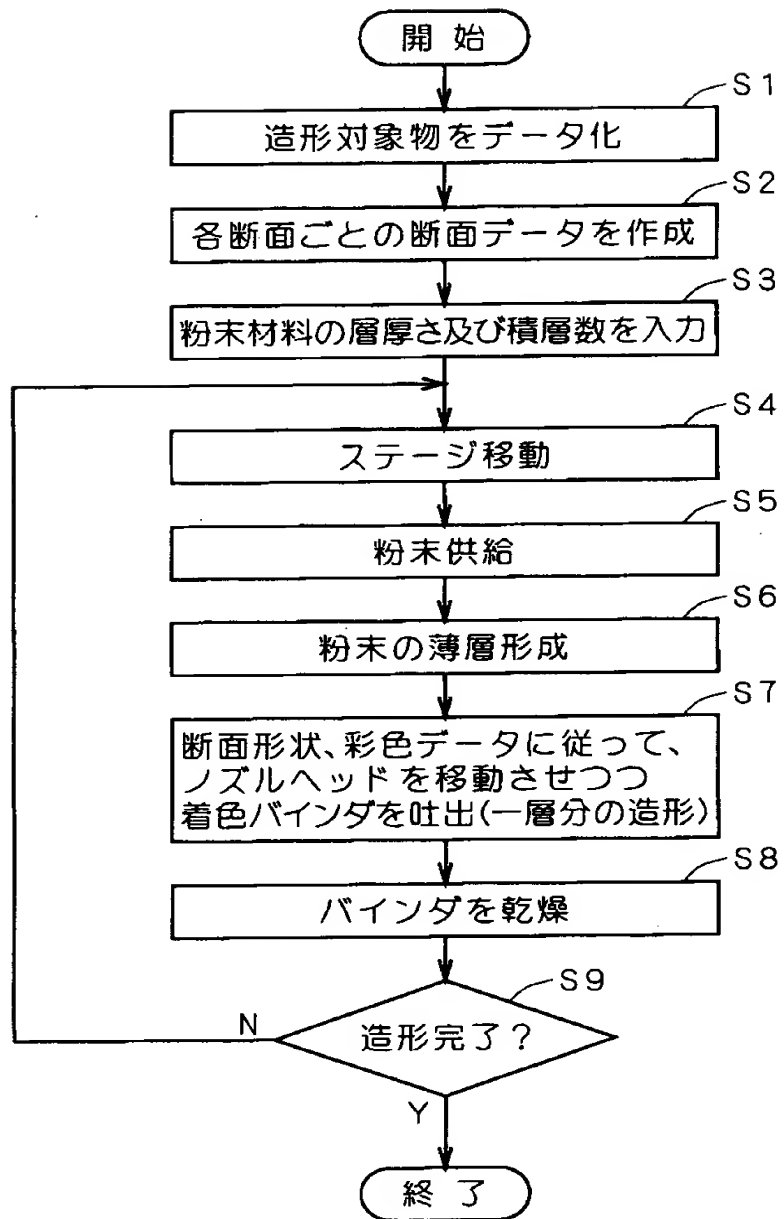
1 0 0、1 0 0 A、1 0 0 B 三次元造形装置

【書類名】 図面

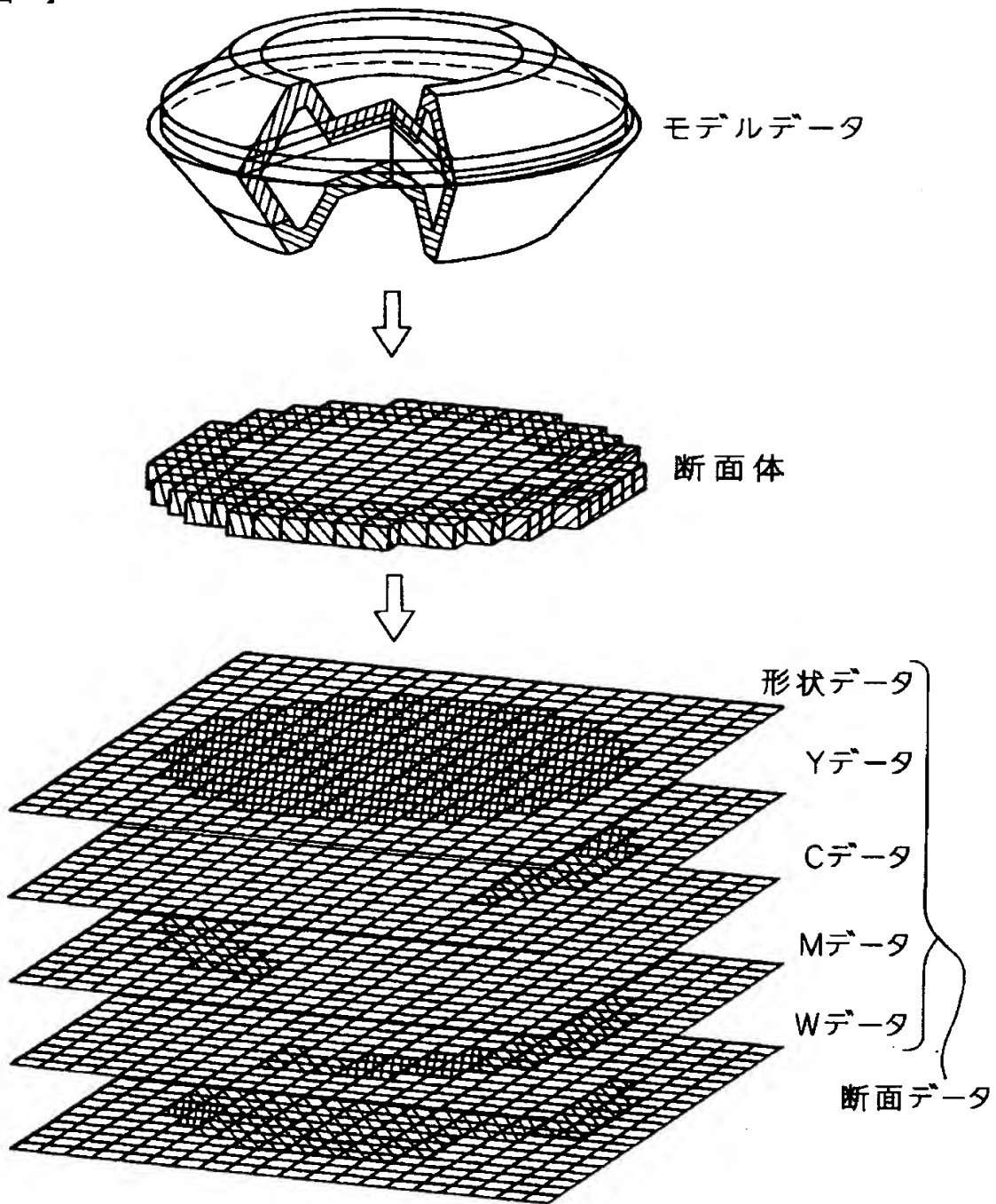
【図 1】



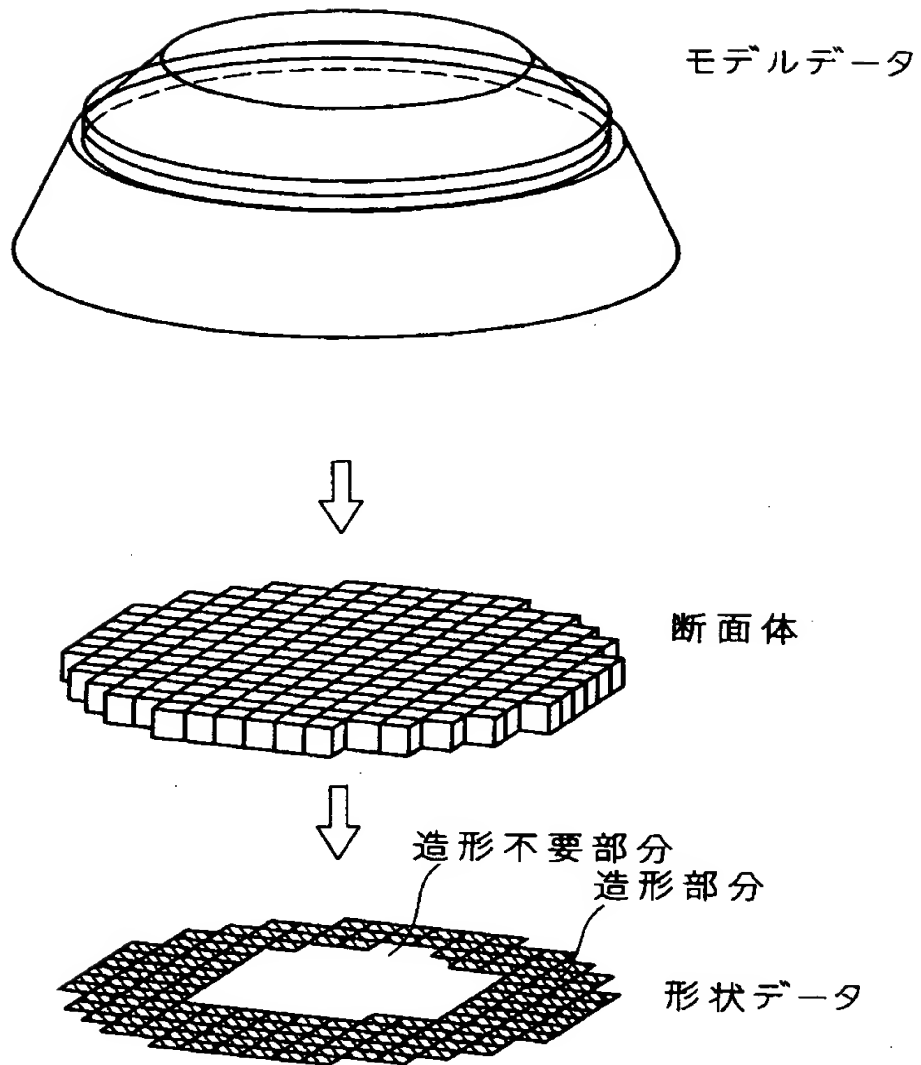
【図 2】



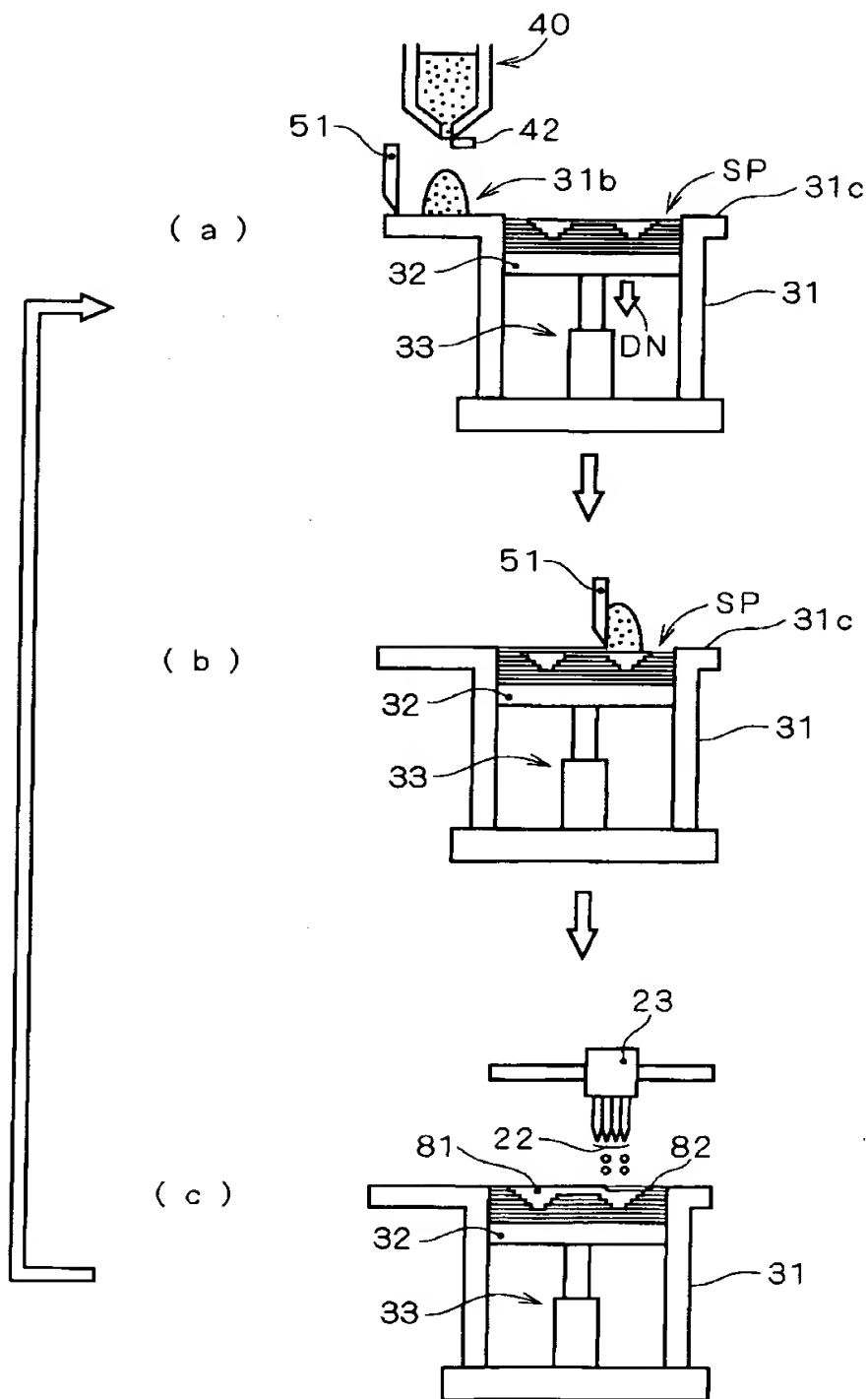
【図 3】



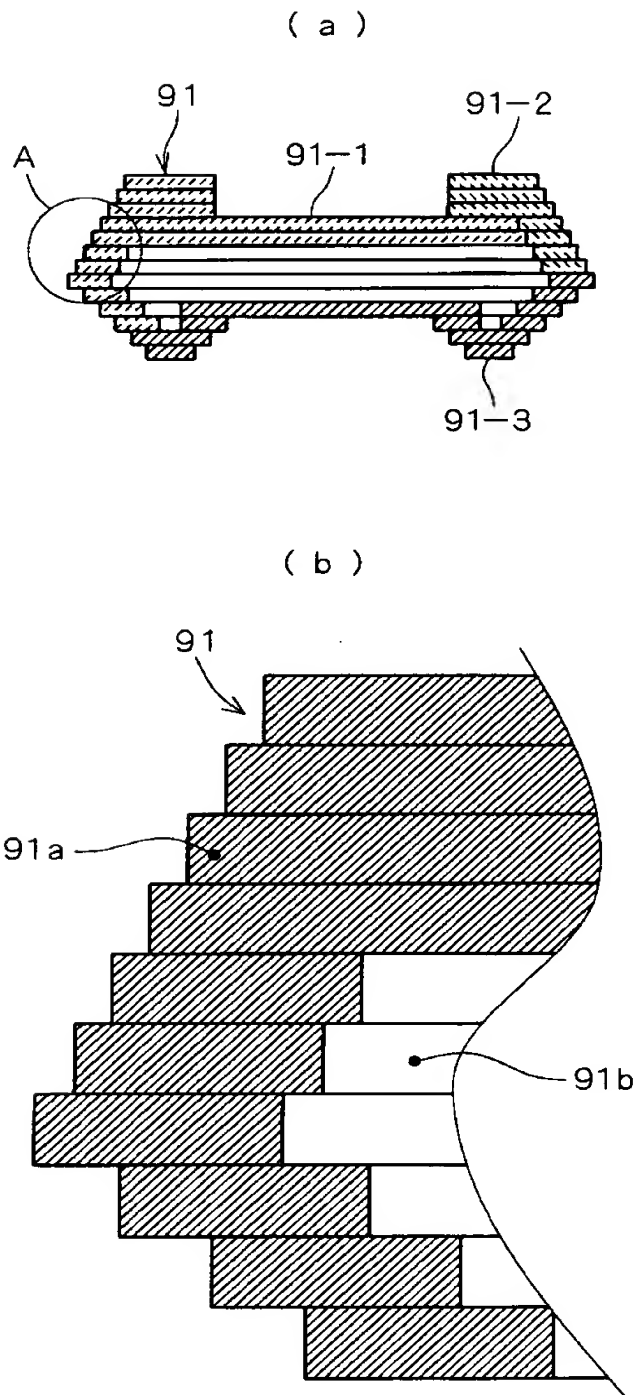
【図 4】



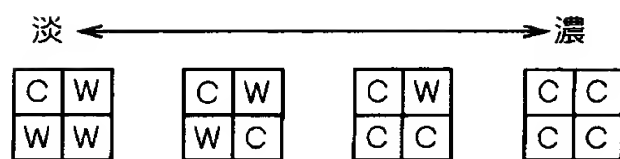
【図 5】



【図 6】

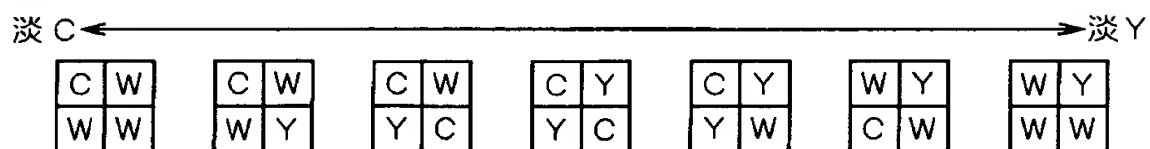


【図 7】



C : シアン
W : ホワイト

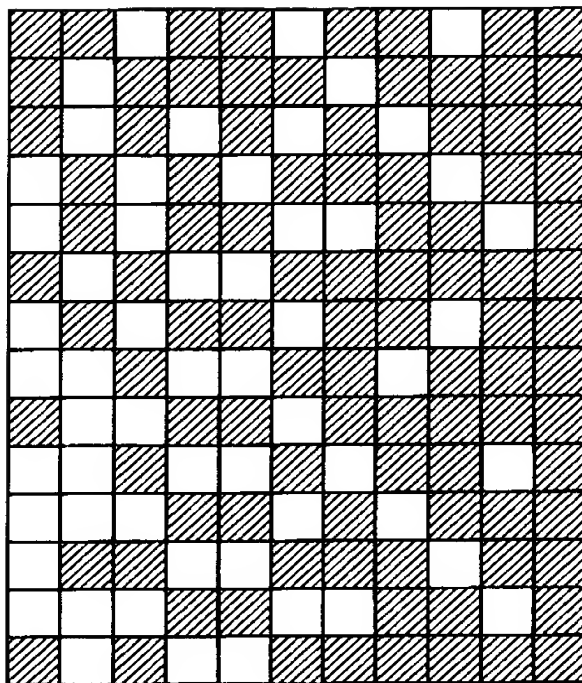
【图 8】



C : シアン
Y : イエロー
W : ホワイト

【図 9】

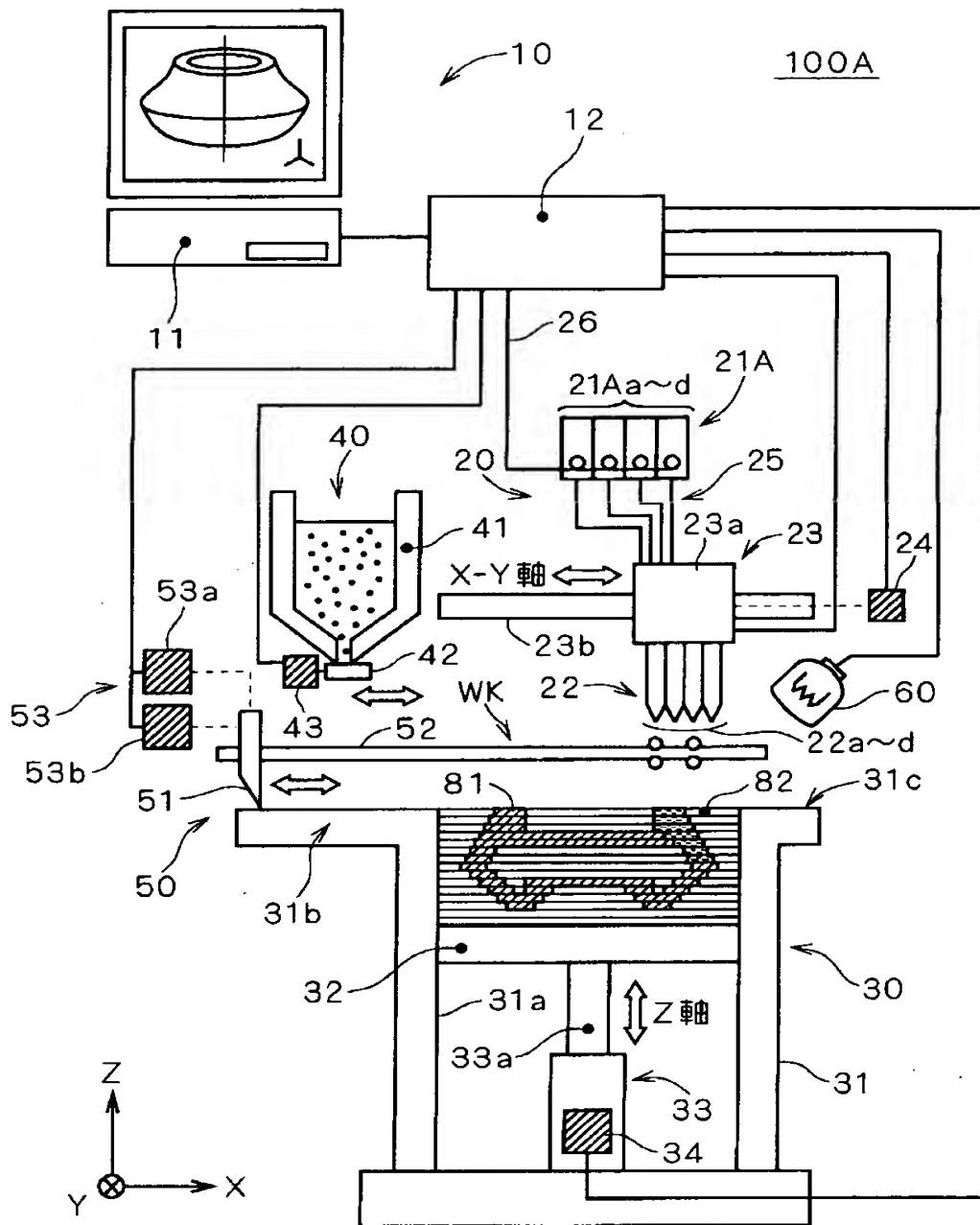
(b)



(a)

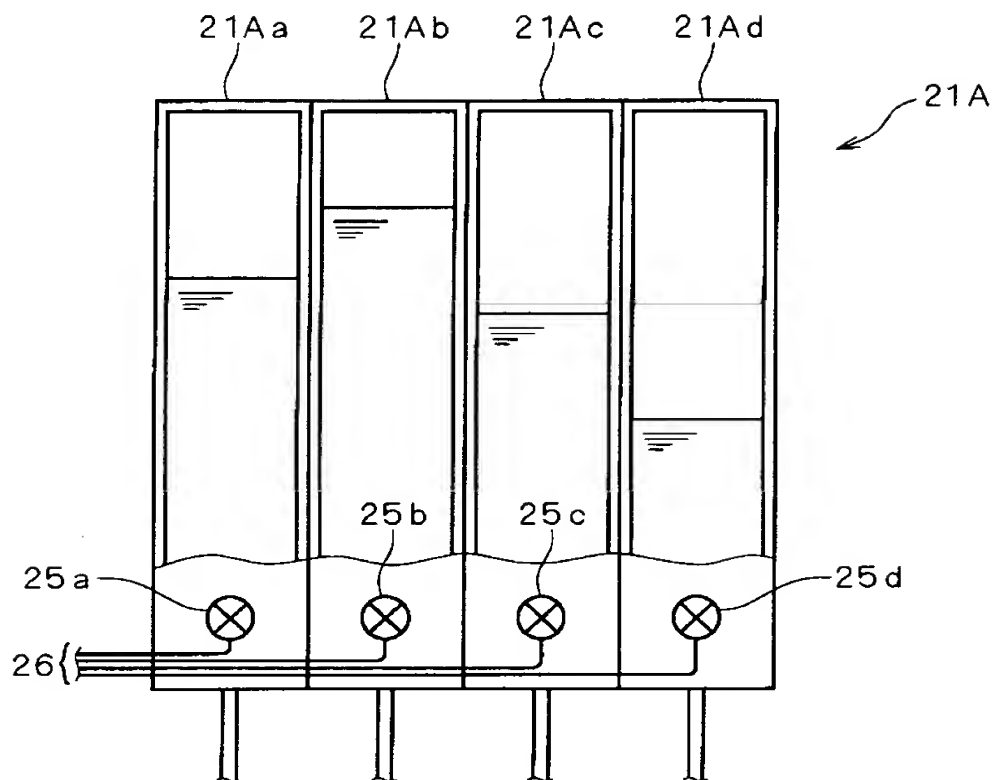
C	C	W	C	C	W	C	C	W	C	C
C	W	C	C	C	C	W	C	C	C	C
C	W	C	W	C	W	C	W	C	C	C
W	C	W	C	W	C	C	C	W	C	C
W	C	W	C	C	W	W	C	C	W	C
C	W	C	W	W	C	C	C	C	C	C
W	C	W	C	C	W	C	C	W	C	C
W	W	C	W	W	C	C	W	C	C	C
C	W	W	C	C	W	C	C	C	C	C
W	W	C	W	W	C	W	C	C	W	C
W	W	W	C	C	W	C	W	C	C	C
W	C	C	W	W	C	C	C	W	C	C
W	W	W	C	C	W	W	C	C	W	C
C	W	C	W	W	C	C	C	C	C	C

【図 10】

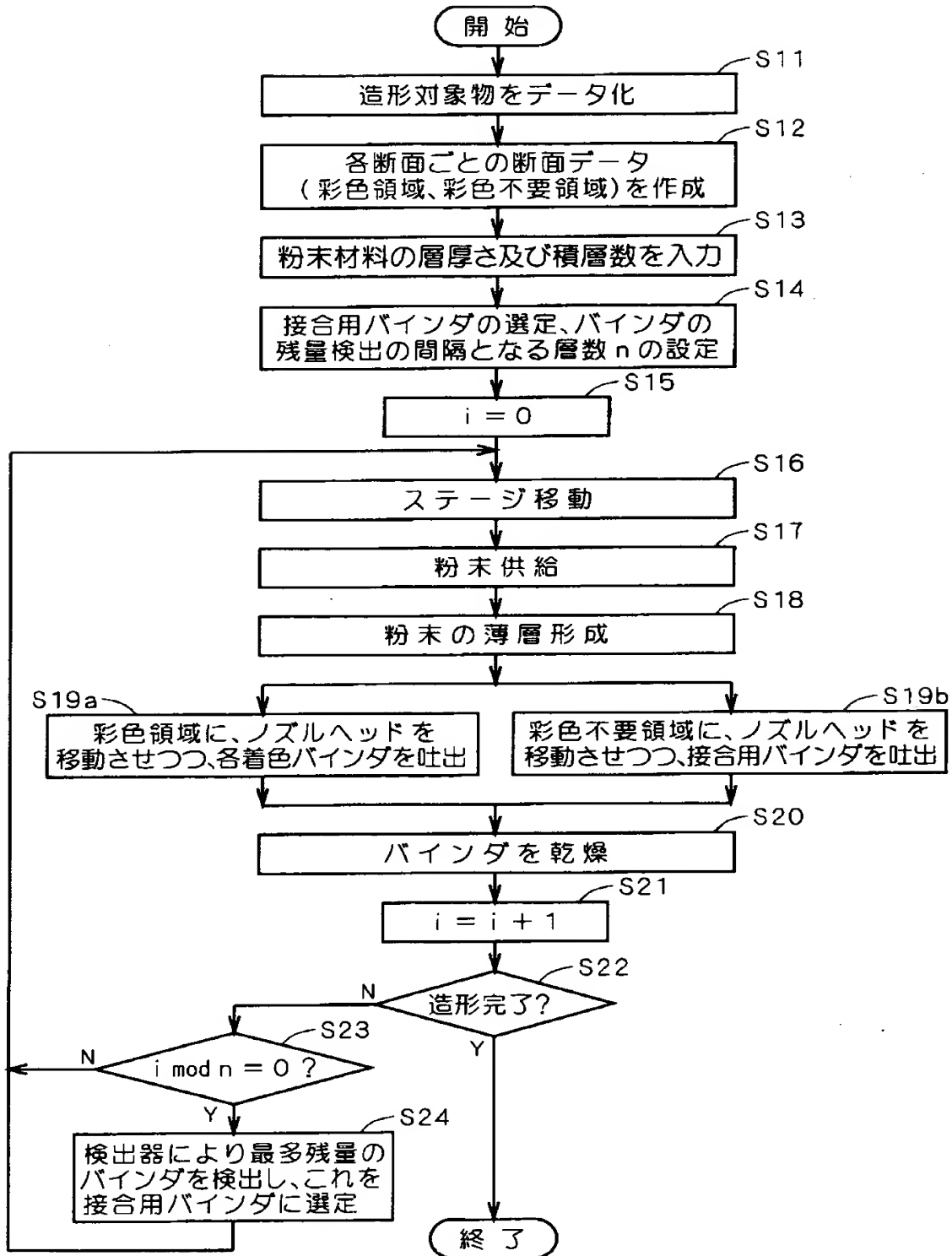


【図 1 1】

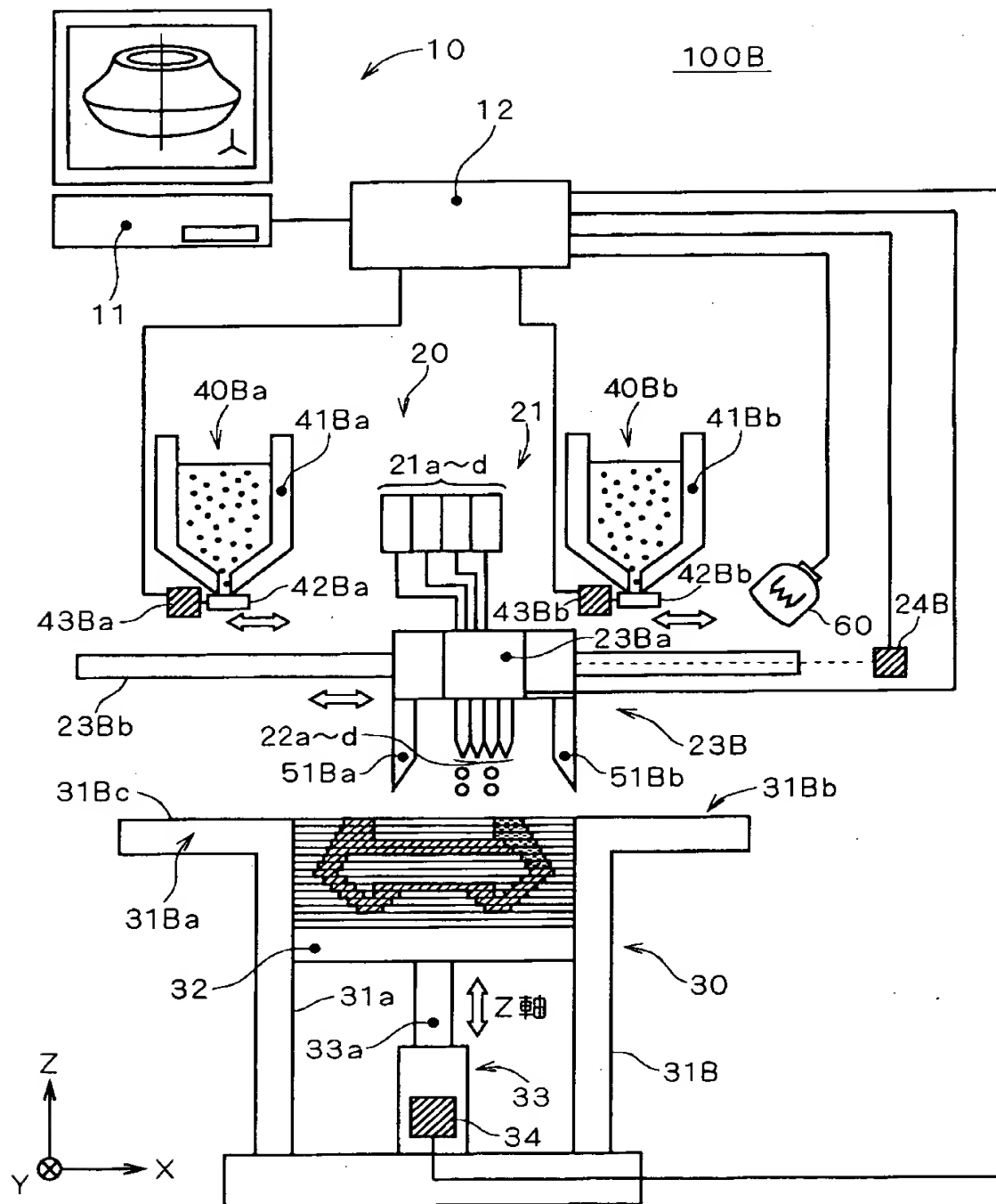
100A



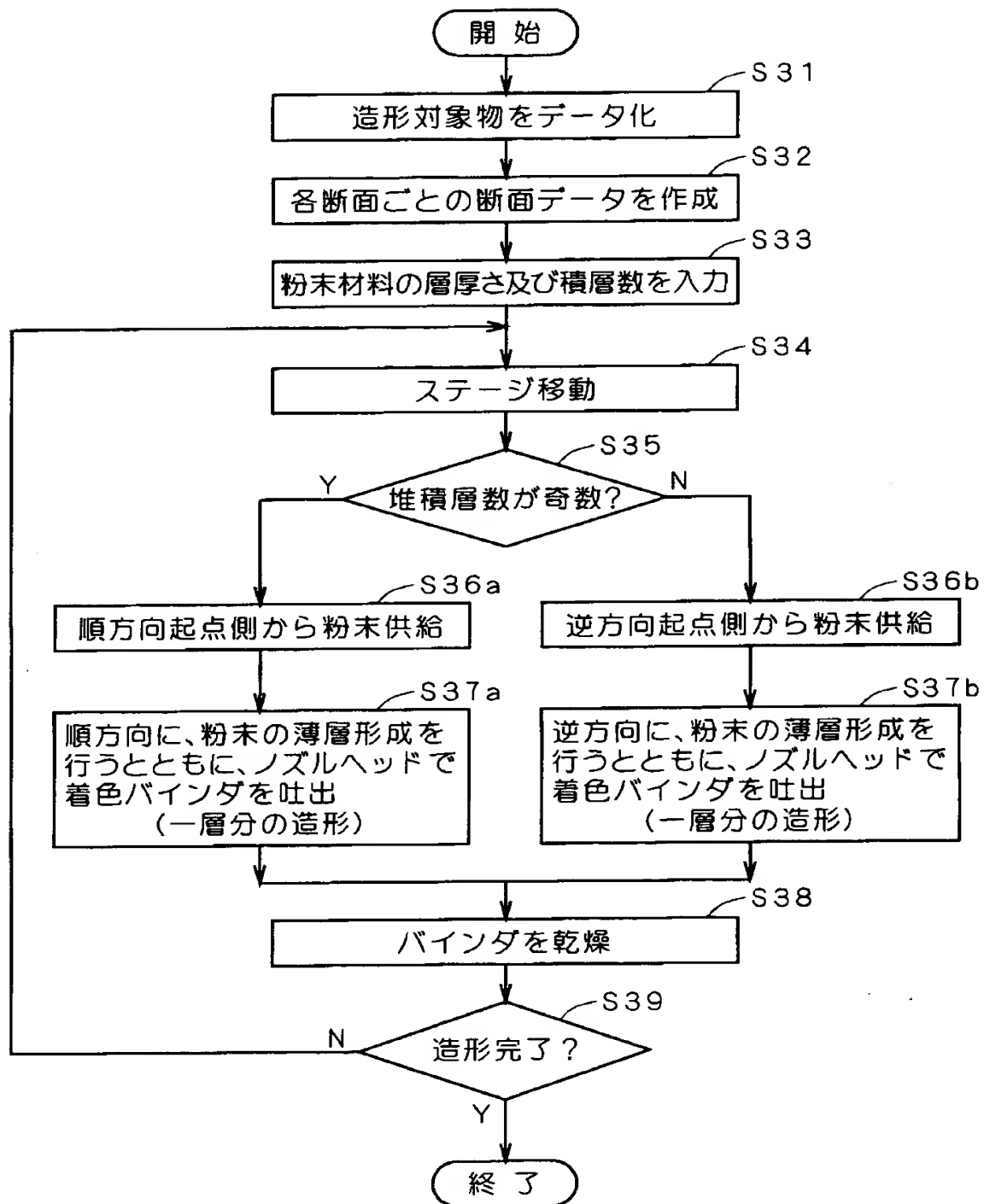
【図 1 2】



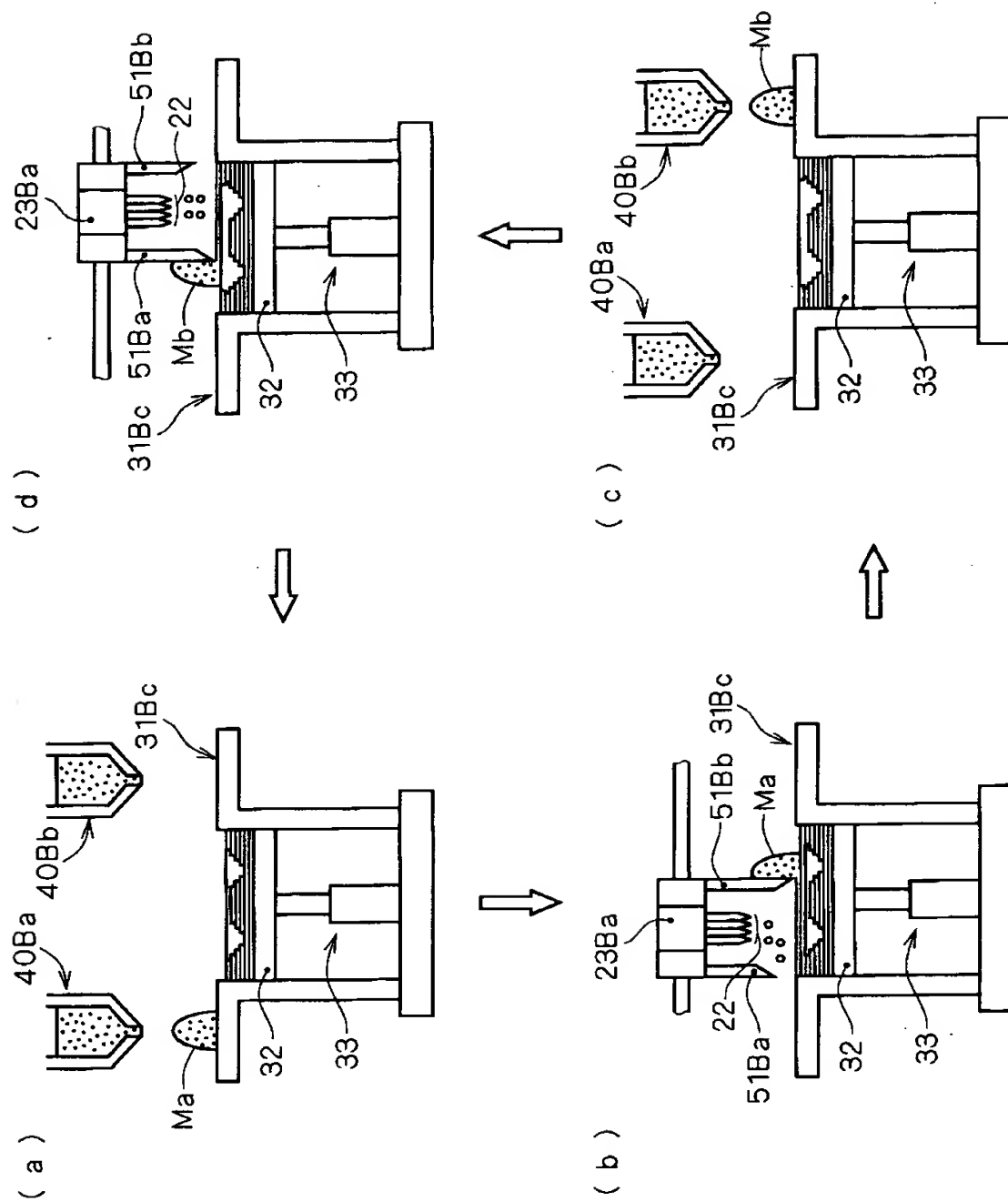
【図 13】



【図 14】



【図 1 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 短時間かつ低コストで、種々の特性を有する三次元造形物を生成できる三次元造形技術を提供する。

【解決手段】 三次元造形装置 1 0 0 において、ノズルヘッド 2 2 には複数の吐出ノズル 2 2 a ~ d が設けられており、このうち吐出ノズル 2 2 a ~ c は、Y、M、C に着色されたバインダを吐出し、吐出ノズル 2 2 d は白色に着色されたバインダを吐出する。吐出されたバインダは、造形ステージ 3 2 上に形成された粉末層の所定の領域において粉末を結合させる。複数の粉末層に対して、上記の動作を繰り返し行う。これにより、三次元造形物が造形されるとともに、造形過程において彩色が施される。その結果、短時間かつ低コストで、種々に彩色された三次元造形物を生成できる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006079]

1. 変更年月日 1994年 7月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル

氏 名 ミノルタ株式会社